

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 60-256002

(43) Date of publication of application : 17.12.1985

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G03F 9/00

G05D 3/00

H01L 21/30

(21) Application number : 59-112370

(71) Applicant : NIPPON KOGAKU KK <NIKON>

(22) Date of filing : 01.06.1984

(72) Inventor : MATSUURA TOSHIO

MURAKAMI SHIGEO

IMAI YUJI

OTA KAZUYA

TANIMOTO SHOICHI

(54) POSITION DETECTING APPARATUS

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve positioning accuracy, by scanning a plurality of positioning marks with spot beam of light, detecting the position of each mark and obtaining a single information of position by averaging.

CONSTITUTION: Stages 4 are placed one upon another after positioning by controlling apparatus 23 and length measuring instrument 21 a mark Mx accompanying a chip 3 (CP) to be exposed to light and spot beam of light LAx are aligned. In this condition, the stage 4 is displaced in the X direction by the preset distance and relative scanning is performed on the spot beam of light LAx and lattice patterns M1, M2, M3 along their arranging directions. A position where the spot beam of light LAx is aligned in line is assumed to be P0 and a processing circuit 22 stores a wave form sampled of a photoelectric signal SA issued from the position P0 up to that of termination position P4 of scanning of the stage 4 in a memory unit. Then, the processing circuit 22 calculates a single position information Py.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-256002

⑬ Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑭ 公開 昭和60年(1985)12月17日
G 01 B 11/00		7625-2F	
G 03 F 9/00		7124-2H	
G 05 D 3/00		7623-5H	
H 01 L 21/30		Z-6603-5F	審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 位置検出装置

⑯ 特 願 昭59-112370

⑰ 出 願 昭59(1984)6月1日

- ⑱ 発 明 者 松 浦 敏 男 越谷市瓦曾根2-17-18  
 ⑱ 発 明 者 村 上 成 郎 東京都世田谷区玉川台2-24-15 A-711  
 ⑱ 発 明 者 今 井 裕 二 東京都杉並区高円寺北2-28-6 池田方  
 ⑱ 発 明 者 太 田 和 哉 川崎市高津区新作1-7 新光寮  
 ⑱ 発 明 者 谷 元 昭 一 横浜市旭区若葉台2-7-403  
 ⑲ 出 願 人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 渡 辺 陸 男

明 細 書

1. 発明の名称

位置検出装置

2. 特許請求の範囲

複数の位置合せ用のマークが所定間隔で配列された基板を位置決めする装置において、前記複数のマークの各々を独立に検出し得る大きさのスポット光を前記基板に照射する手段と；該スポット光が前記複数のマークを横切るように前記基板とスポット光とを前記マークの配列方向に相対走査する走査手段と；前記複数のマークの各々から発生する光情報に応じた光電信号を出力する光電検出器と；該光電信号に基づいて前記複数のマークの各々の走査位置を検出し、その各走査位置に対応した情報を実数とする所定の换算処理によって1つの位置情報を求める位置検出手段とを備えたことを特徴とする位置検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は基板(ウエハ)等に形成された位置合せ

用のマークを検出して、基板の位置検出を行う装置に關し、特に半導体素子を製造するための露光装置に關した位置検出装置に關する。

〔発明の背景〕

大規模集積回路(LSI)パターンの微細化は年々進行しているが、微細化に対する要求を満たし、且つ生産性の高い回路パターン製作装置として縮小投影露光装置が普及してきている。従来より用いられてきたこれらの装置においては、シリコンウエハに焼付けされるべきパターンの例倍か(例えば5倍)のレナクルパターンが投影レンズによって縮小投影され、1回の露光で焼付けされるのはウエハ上で対角長21mmの正方形よりも小さい領域である。従って直径125mm位のウエハ全面にパターンを焼付けるには、ウエハをステージに載せて一定距離移動させては露光を繰返す、いわゆるステップアンドリブート方式を採用している。

LSIの製造においては、数層以上のパターンがウエハ上に順次形成されていくが、異なる層間

のパターンの重ね合せ誤差(位置ずれ)を一定値以下にしておかなければ、層間の導電または絶縁状態が起因するものでなくなり、LSIの機能を果たすることができなくなる。例えば1mmの最小導線の回路に対しては、せいぜい0.2mm程度の位置ずれしか許されない。

縮小投影露光方式では、パターンを重ね合わせる方法、即ちレティクル上のパターンの投影像と既に形成されたウエハ上のパターンとを重ね合わせる方法として、オフ・アクシス(OFF-AXIAL)方式とスルー・ザ・レンズ(THL)方式との2つの方法がある。いずれの方法にしろ、ウエハ上の位置合せ用マークを検出してウエハの位置に対して位置合せを行うが、全ての層において高い重ね合せ精度を得るのは、難しい。これはウエハ上の結晶の格子の大きさが大きくなる等の原因により、界面が粗くなっていたり、反射系にムラがあったりするため、ウエハマークの検出時にマークの検出中心がずれるのが原因であった。特にウエハ表面アルミニウムの薄膜で覆われている場合に

位置を平均化処理、加重平均処理、あるいは最小二乗近似処理等の演算により位置合せ用マークの形状や高振表面の状態に起因する偏置量、位置合せ検出に起因する偏置量等を低減させた1つの位置情報を検出することを技術的要点としている。(実施例)

第1図は本発明の実施例に好適な縮小投影露光装置の概略的な構成を示す図である。縮小投影レンズ(以下、単に投影レンズとする)1はレティクル5に形成された回路パターン等の像をウエハ3に1/5、又は1/10に縮小して露光する。レティクル5は不図示のレティクルステージに載置され、このレティクルステージは不図示の駆動部によってX、Y、方向、及びθ(回転)方向に移動する。そしてレティクル5は不図示の位置合せ顕微鏡を使って、例えば投影レンズ1の光軸AXに対して所定位置にアライメント(位置合せ、あるいは位置決め)される。またレティクル5はウエハ3に露光されたレジストを感光させるのに有効な波長(例えばF線やI線を含む露光光によって照明される。

特開昭60-256002(2)

は、この現象が顕著に現われ、重ね合せ精度が著しく低下するという欠点があった。

(発明の目的)

本発明は、これらの欠点を解決し、高速で高精度にレティクル上のパターンの投影像とウエハ上のパターンとを重ね合わせることを可能とするための位置検出装置を得る事を目的としている。

(発明の概要)

本発明は、位置合せ用のマークを有するウエハ等の基板の位置を検出する装置において、位置合せ用マークは例えば位置合せすべき方向と対向方向に、所定間隔で複数個並んで構成されており、この位置合せ用マークをスポット光で走査する手段と位置合せ用マークから得られる光情報(散乱光、回折光等)を光電変換する光電検出手段と、これらの手段から得られる情報から、位置決めすべき位置情報を導出する手段を有し、この手段によって、複数個の位置合せ用マークをその配列方向に走査したときに得られる光電信号等に基づいて、複数個のマークの各走査位置を検出し、これらの走

この露光光の照明により、レティクル5のパターン像を形成する光束Bは、ウエハ3の表面に結像する。一方、このウエハ3はX、Y方向に2次元移動するステージ4に載置される。ステージ4は不図示であるが、ウエハ3を上下動させるためのZステージ部と、このZステージ部上に設けられて、ウエハ3を微小回転させるθステージ部とを有する。ステージ4の2次元移動は駆動部(モータ等)20によって行われ、またステージ4のXY座標系における位置(座標値)はレーザ干渉計等の測長器21によって、例えば0.02mmの分解能で常時検出されている。

次にウエハ3の位置合せ検出光学系(アライメント光学系)について説明する。レーザ光線6からのレーザ光はビーム拡大鏡7で所定のビーム径に拡大され、シリンドリカルレンズ8によって断面が縦長い楕円ビームに整形される。そして、この整形されたレーザビームはミラー9で反射され、レンズ10、ビームスプリッタ11、レンズ12、を通り、ミラー13によってレティクル5

## 特開昭60-256002(3)

の下面から上方に向けて反射される。ミラー13からのレーザビームは一度スリット状に収束した後、レタナル5の下方にレタナル5と平行な反射平面を有するミラー14に至り、ここでレーザビームは投影レンズ1の入射面2に向けて反射される。

投影レンズ1を通ったレーザビームはシリンドリカルレンズ8の働きでウエハ3上で細長い帯状のスポット光 $LA_y$ に結像される。ウエハ3上には予め位置合せ用のマーク(アライメントマーク)が形成されているので、スポット光 $LA_y$ がこのマークを照射すると、マークからは散乱光や回折光が生じる。本実施例ではマークを回折格子状のパターンとしたので、マークからはスポット光 $LA_y$ の正反射光(0次回折光)と回折光(1次光以上)が生じる。これらマークからの光情報は投影レンズ1に進入し、入射面2を通じてミラー14、13で反射され、レンズ12を通じてビームスプリッター11で反射され、空間フィルタ15に達する。空間フィルタ15は投影レン

ズ1の入射面2と共役であり、ウエハ3の表面からの正反射光(0次回折光)のみを遮断する。ウエハ3の表面(マーク)からの散乱光(回折光)は空間周波数によって正反射光の光路に別して変位する。そこで空間フィルタ15は、散乱光や回折光のみを通し、集光レンズ16はそれら散乱光や回折光を光電検出器としての受光素子17に集光する。受光素子17は散乱光や回折光の強度に応じた光電信号 $SA$ を出し、この光電信号 $SA$ はアライメント信号処理回路(以下、単に処理回路とする)22に力入する。処理回路22は断面積21からの位置情報(時系列的なアップ・ダウンパルス信号、又はパラレルデジタル信号)も入力して、マークからの回折光や正反射光電信号 $SA$ の発生位置(変位位置)を検出する。具体的には、ステージ4の単位移動量(0.02 $\mu m$ )毎に発生するアップ・ダウンパルス信号によって光電信号 $SA$ をサンプリングし、各サンプリング値をデジタル値に変換してメモリに逐次記憶させた後、所定の演算処理によって、マークの走

査位置を検出するものである。さらに処理回路22は、一例としてウエハ3上の複数のマークの走査位置を平均化する演算も行なう。断面積23は、平均化によって決定されたマークの位置情報に基づいて断面積20を制御する。ウエハ3上のマークが、ウエハ3上の複数のチップの各々 $C$ に付随して取付けられたものであると、各マークの位置を検出して断面積20の位置を決定(又はレタナル5の位置を制御)することによって、チップの中心とを正確に位置合せすることができる。

第2図は投影レンズ1の円形のイメージフィールド11とスポット光 $LA_y$ の配置関係を示す平面図である。第1図では説明を簡単にするため、アライメント光学系の1組のみを示したが、実際には第1図の紙面と垂直な方向に同様の構成のアライメント光学系がもう1組取付けられている。投影レンズ1の光軸 $A-X$ を直交座標系 $x-y$ の原点を通るように定めるとき、スポット光 $LA_y$ は第2図のよう $x=0$ 軸上で $x$ 方向に細長く、もう1組のアライメント光学系によるスポット光 $LA_x$ は $y$ 軸上で $y$ 方向に細長くするように形成される。各

スポット光は必ずしも、それぞれ $x$ 軸、 $y$ 軸上に位置する必要はないが、ここでは説明を簡単にするため、 $x$ 、 $y$ 軸上に一致しているものとする。スポット光 $LA_y$ はウエハ3上 $C$ 方向に伸びたアライメントマークの $y$ 方向の位置検出に使われ、スポット光 $LA_x$ はウエハ3上 $x$ 方向に伸びたアライメントマークの $x$ 方向の位置検出に使われる。また第2図からも明らかなように、スポット光 $LA_y$ 、 $LA_x$ の位置はイメージフィールド11内であって、かつこれに内接する矩形のパターンに投影領域 $PA$ に定められている。

第3図は本実施例の位置検出領域 $C$ 好適なウエハ3上のマーク配置を示す平面図である。ウエハ3上には複数のチップ $C$ がマトリックス状に配置され、各チップ $C$ は第3図のよう $C$ 方向の位置合せ用のマーク $M_x$ と、 $y$ 方向の位置合せ用のマーク $M_y$ とが取付けられている。これらマーク $M_x$ 、 $M_y$ は以後の説明を簡単にするため、チップ $C$ の中心 $C$ を座標系 $x-y$ の原点に一致させるとき、チップ $C$ の両端の $x$ 軸上と $y$ 軸上に

夫々配置されているものとする。もちろん必ずしもその必要はない。マークMx、Myは本実施例ではそれぞれ3本の回折格子状の線パターンを有し、その3本のうち中央の1本がそれぞれx軸、y軸上に位置する。第4図はマークMxの拡大平面図であり、3本の回折格子パターンM1、M2、M3は各xy軸と平行にそれぞれ間隔l1、l2でy方向に伸びて配置される。マークMyについても全く同様である。間隔l1、l2はスポット光の走査により格子パターンM1、M2、M3が独立して検出できる程度、例えば各パターンM1、M2、M3の幅を5mm程度にしたとき、l1=l2=3.0mmに定められている。

次に本実施例の動作を説明する。ウェハ3はまず不図示のブリアライメント装置で粗く位置決めされてからステージ4に搬置される。ステージ4にはウェハ3のアライメントマークと同等の高準マークが予め付けられており、この高準マークがスポット光Lx、Ly、Lxと重なるようにステージ4を位置決めすれば、スポット光Lx、Lyは

形中のビークの位置P1、P2、P3を格子パターンM1、M2、M3の走査位置として検出する。格子パターンM1、M2、M3は同一の形状なので、個々に独立した位置合せマークとしての機能を果たす。一般に1本の位置合せマークを検出する精度の偏差は統計量σで表わされ、この偏差σが位置検出、又は位置合せの誤差量になる。このため3本の格子パターンM1、M2、M3の各走査位置P1、P2、P3の偏差も夫々σになる。そこで処理回路22は3つの走査位置P1、P2、P3を平均して、1つの位置情報Pxを算出する。すなわち、Px=(P1+P2+P3)/3の演算を行なう。この平均化の演算によって得られた位置情報Pxの偏差量σ=σ/√3、一般の統計的な手法により、σ=σ0/√3で表わされる。すなわち、1本の位置合せマークのみを検出して位置検出した時の偏差量σ0くらべて1/√3の誤差になり、位置検出の精度が向上する。本実施例では3本の格子パターンM1、M2、M3をスポット光で走査するようにしたが、n本の格子パターンを設ければ平均化で求めた1つの

特開昭60-256002(4)

PC対するウェハ3(又はチップCP)の位置合せが概ね達成されたことになる。次に制御装置23は図2-1によってステージ4を戻り、重ね合せ露光すべきチップCPに付随したマークMxとスポット光Lxとを例えば第4図のように配置列する。この状態でステージ4をx方向に一定の距離だけ移動して、スポット光Lxと格子パターンM1、M2、M3をその配列方向に相対的に走査する。その走査範囲は格子パターンM1、M2、M3を含み、かつ間隔l1、l2の和の長さよりも十分大きな範囲に定められている。さて、スポット光Lxの相対走査によって、光電信号Bの時間列の生成形は第5図のように生成する。第5図で横軸はステージ4のx方向の走査位置を表わし、縦軸は光電信号Bの強度を表す。第4図のようにスポット光Lxが整列したときの位置をPxとすると、処理回路22は位置Pxからステージ4の走査終了位置P'まで出力された光電信号Bのサンプリングされた波形をメモリに記録する。そして処理回路22は、例えばこの波

位置情報Pxの偏差量は、σ=σ0/√nで表わされ、nが大きくなればなるほど位置検出の精度の向上が期待できる。

さて、本実施例では格子パターンM1、M2、M3の間隔l1、l2を3.0mmの等間隔としたので、位置情報Pxは走査位置P1に極めて近い値になる。次にマークMyについてもスポット光Lyによって同様にy方向に走査し、3本の格子パターンM1、M2、M3の平均的な位置情報Pyを求める。こうして求められた位置情報Px、Pyに基づいて、制御装置23はステージ4を位置決めする。具体的には処理回路21で検出されるステージ4の位置が、位置情報Px、Pyと等しくなるようにPC、駆動部20を制御する。この位置決めによって、スポット光Lxは第3図中のy軸上に位置し、スポット光Lyは同図中のx軸上に位置し、チップCPの中心CCと投影レンズ1の光軸AX(又はレンズ5の投影中心)とは精密に位置合せされる。この後、照明光系中のシャッターを所定時間だけ開放することによって、レンズ5

特開昭60-256002(5)

の回路パターンの投影像がタップC Pに正確に重  
ね合せ露光される。

以上、本実施例では複数の位置合せマークとし  
て3本の格子パターン $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ を抽出する  
ようにしたが、アライメント光字系の構成によっ  
ては単一の線状パターンを複数も抽出してもよい。  
この場合線状パターンの設置エッジで生じる散乱  
光を抽出するのが望ましい。また、本実施例のよ  
うに、複数の位置合せマークの本数を奇数にし、  
等間隔にした場合は、そのマークのうち中央のマ  
ークの走査位置が平均化した1つの位置情報と一  
致するが、奇数本であっても等間隔でなかったり、  
第6図のように偶数本であった場合は、平均化で  
求められた位置情報はウエハ上の実マークのない  
仮想的な位置を表わすことになる。第6図のよう  
に、平行な4本の線状パターン $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ 、  
 $M_4$ から取るマーク $M_X$ をスポット光 $L_A$ で  
走査する際、線状パターン $M_1$ と $M_4$ の間隔を線  
状パターン $M_2$ と $M_3$ の間隔を $L_1$ とし、線状  
パターン $M_1$ と $M_4$ の間隔を $L_2$ （ $L_1 \neq L_2$ ）

とすると、位置情報 $P_X$ は線状パターン $M_2$ と $M_3$   
の $Y$ 方向の中心位置を表わすことになる。この場  
合でも、位置情報 $P_X$ が位置検出すべき設計上の  
値であるとして予め定めておけば全く同様にレチ  
クル $R$ とタップC Pの位置合せができる。さらに  
本実施例のスポット光 $L_A$ と $L_B$ は円形のス  
ポット光にしてもよい。特にこれらスポット光の波  
長を露光光の波長と異ならせ、ウエハ上のフォ  
トリソートを感光させない波長の光にすると、ス  
ポット光をウエハ上のマーク以外のどこにでも照  
射できるので、スポット光とウエハの相対走査の  
範囲に制限がなくなると共に、レジストの露光光  
の吸収による反射率、屈折率の変化が生じないた  
め、位置検出の高速化が期待できる。

また、本実施例の処理回路22では、走査位置  
そのものを定数とする単純な平均演算を行なった  
が、この演算は加重平均処理や、最小二乗近似処  
理でも全く同様の効果を得られる。また複数のマ  
ーク（格子パターン）の各走査位置に応じた情報  
として、各走査位置における傾斜量 $\Delta P_1$ 、 $\Delta P_2$ 、

$\Delta P_3$ 、……を求め、この傾斜量を平均（ $\Delta P_X =$   
（ $\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ ）/3）してもよい。各マ  
ークの傾斜量は具体的には、ウエハ上の走査地点 $P_i$   
から各格子パターン $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ までの設計上  
の距離（ $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ ）が予めわかっている場合、  
その各マーク $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ の実測値（ $P_1$ 、 $P_2$ 、  
 $P_3$ ）と設計距離との差で求められる。そして平均  
化された傾斜 $\Delta P_X$ 分を1つの格子パターン、  
例えば $M_1$ の実測値から補正した位置をマーク $M_X$   
の全体を表わす1つの位置情報とするものである。

ところで本実施例では処理回路22に光電信  
号 $S_A$ の波長を記憶させるようにしたので、ス  
ポット光 $L_A$ （ $L_A$ ）によるマーク $M_X$ （ $M_X$ ）  
の走査（ステッピング）は一度だけでよく、  
マーク検出は極めて短時間のうちに済む。さ  
らに光電信号 $S_A$ の波長を記憶させることによ  
って、各種のデジタル演算処理で波長の評価を  
行うこともできる。その評価の一例としてマ  
ークの傾斜量を低減させる方法を以下に述べる。  
この方法は本実施例中、マークの平均的な位置を検

出する前に実行される。光電信号 $S_A$ の波長はウ  
エハ表面の反射率のムラ、微粒子の付着、マ  
ークのプロセスによる変形等の影響を受けて、第5  
図のように必ずしもきれいな（ $S/N$ 比のよい）  
波長にはならず、マークに近じたピーク以外にも  
類似したピークが複数発生することもある。そ  
こで、処理回路22はそれら波長上のピーク位置を  
抽出して、複数のピークとピークの間隔（ $L_1$ 、  
 $L_2$ ）が複数の位置合せマークの設計上の間隔と  
全て等しいか否かを判断する。これによって、  
 $S/N$ 比の悪い光電信号 $S_A$ であっても、マーク  
の傾斜量が低減できる。こうして抽出されたマ  
ークの各走査位置を使って、以後本実施例のよう  
に平均化を行なう。このようにマークの傾斜量を低  
減できると、第1図に示したT L（スループ  
レックス）方式のアライメント光字系を使って、ウ  
エハのグローバルアライメントもできる。グロー  
バルアライメントでは、本実施例のタップア  
ライメントの時よりもスポット光の走査範囲を広くする  
ことができるので、マーク以外にタップ周辺のスト

ライブライン、若しくはタブ内の回路パターン部からの散乱光に応じたピークが光電信号8Aの波形上に現われる可能性が高い。このためマークの認識率を高くしななければならないが、上記方法を加えればグローバルアライメント時にスクライブラインをマークと認識したりすることができなくなり、平均化により、高精度の位置合せが達成される。

(発明の効果)

以上のように本発明によれば、複数の位置合せマークをスポット光で走査して、各マークの位置を検出した後、平均化によって1つの位置情報を得るようにしたので、単一のマークの位置を検出するよりも位置合せ精度が向上するという効果が得られる。

さらに、IC製造の各種プロセス、特にマークが変形(非対称歪みやエッジの欠け)しやすい工程、あるいは1本のマークで十分な精度が得られない工程(アルミ層等)において、必要とされる位置合せ精度に応じて複数のマークをウエハに設

け、平均してそのマーク位置を検出すれば、必要な精度が容易に得られるという効果もある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例による位置決め装置の好適な縮小投影顕微鏡装置の概略的な構成を示す図、第2図は投影レンズのイメージフィールド内のスポット光の配置を示す平面図、第3図はウエハ上のタブに付随した位置合せマークの配置図、第4図は複数の位置合せマークとしての格子パターンの拡大図、第5図は光電信号の波形図、第6図は位置合せマークの他の例を示す平面図である。  
(主要部分の符号の説明)

- 1……投影レンズ、 3……ウエハ(基板)
- 4……ステージ、 5……レタクル、
- 17……受光素子、 21……増倍器、
- 22……アライメント信号処理回路、
- 23……制御装置、 LAx、LAy……スポット光、 Mx、My……マーク

